

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN  
DAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES  
*HARDENING* BAJA ST 42**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH:**

**NAMA : NI KADEK WIWIK AYU LAKSMI**

**NIM : 2211911**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
2023/2024**

# LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

## PENGARUH MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES *HARDENING* BAJA ST 42



Disusun Oleh :

Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi

Nim : 2211911

Diperiksa Dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Dr. I Komang Astana Widhi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

Dosen Pembimbing II

Tito Arif Sutrisno, S.Pd., M.T

NIP.P. 1032100598



Program Studi Teknik Mesin S-1

Dr. Ego Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP.P. 1031400477



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : J. Bencungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi  
NIM : 2211911  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul skripsi : Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses Hardening Baja ST 42  
Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)  
Hari/Tanggal : Rabu, 24 Januari 2024  
Tempat : Ruang 2.1  
Dengan Nilai : **86,70**

**Panitia Penguji Skripsi**

**Ketua**

**Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT**  
NIP.P.1031400477

**Sekretaris**

**Tutut Nani Prihatmi, SS., S.Pd., M. Pd**  
NIP.P. 1031500493

**Anggota Penguji**

**Penguji 1**

**Sibut, ST., MT.**  
NIP.Y.1030300379

**Penguji 2**

**Arif Kurniawan, ST., MT.**  
NIP.P.1031500491

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi**

**NIM : 2211911**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“PENGARUH MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES *HARDENING* BAJA ST 42”** adalah hasil karya saya sendiri dan bukan dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 18 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,



Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi

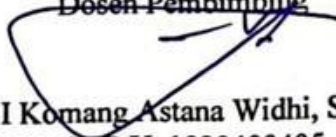
NIM. 2211911

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi  
NIM : 2211911  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Dosen Pembimbing 1 : Dr. I Komang Astana Widhi, ST., MT.  
Judul Skripsi : Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses *Hardening* Baja St 42

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	4 Oktober 2023	
2.	Konsultasi BAB I	5 Oktober 2023	
3.	Konsultasi BAB II	6 November 2023	
4.	Konsultasi BAB III	8 November 2023	
5.	Daftar Seminar Proposal	9 November 2023	
6.	Seminar Proposal	13 November 2023	
10.	Konsultasi BAB IV	6 Desember 2023	
11.	Konsultasi BAB V	7 Desember 2023	
12.	Daftar Seminar Hasil	14 Desember 2023	
13.	Seminar Hasil	18 Desember 2023	
14.	Daftar Ujian Sidang Akhir	16 Januari 2024	
15.	Sidang Akhir Skripsi	24 Januari 2024	

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing


  
Dr. I Komang Astana Widhi, ST., MT.  
NIP.Y. 1030400405

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi  
NIM : 2211911  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd.,M.T  
Judul Skripsi : Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses *Hardening* Baja St 42

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	5 Oktober 2023	
2.	Konsultasi BAB I	5 Oktober 2023	
3.	Konsultasi BAB II	8 Oktober 2023	
4.	Konsultasi BAB III	2 November 2023	
5.	Daftar Seminar Proposal	9 November 2023	
6.	Seminar Proposal	13 November 2023	
10.	Konsultasi BAB IV	6 Desember 2023	
11.	Konsultasi BAB V	7 Desember 2023	
12.	Daftar Seminar Hasil	14 Desember 2023	
13.	Seminar Hasil	18 Desember 2023	
14.	Daftar Ujian Sidang Akhir	16 Januari 2024	
15.	Sidang Akhir Skripsi	24 Januari 2024	

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing

  
Tito Arif Sutrisno, S.Pd.,M.T  
NIP.P. 1032100598

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi  
NIM : 2211911  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses *Hardening* Baja St 42  
Dosen Pembimbing 1 : Dr. I Komang Astana Widhi, ST., MT.  
Tanggal Pengajuan Skripsi : 04 Oktober 2023  
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 30 Januari 2024  
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



**Dr. I Komang Astana Widhi, ST., MT.**

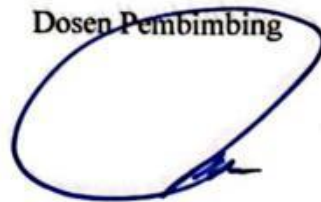
**NIP.Y. 1030400405**

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi  
NIM : 2211911  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Pengaruh Media Pendingin Terhadap  
Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses  
*Hardening* Baja St 42  
Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd.,M.T .  
Tanggal Pengajuan Skripsi : 04 Oktober 2023  
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 30 Januari 2024  
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 85

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



**Tito Arif Sutrisno, S.Pd.,M.T .**

**NIP.P. 1032100598**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses Hardening Baja St 42 tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang S 1 Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan Skripsi, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis ingin menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr.Eko Yahones S, ST.,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. I Komang Astana Widhi, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi, Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd.,M.T Selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi, Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Kedua orang tua berserta keluarga yang telah memberi dukungan baik melalui Doa maupun kebutuhan finansial penyusunan.
8. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis

9. Sahabat-sahabat Intan, Diah Hera, Ayu Widiasih terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dan saran yang diberikan sehingga Skripsi ini bisa selesai tepat pada waktunya.  
Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari sempurna dan masih ada kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Malang, 10 Desember 2023

Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN  
DAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES  
HARDENING BAJA ST 42**

Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi <sup>1</sup>, Tito Arif Sutrisno <sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: nikadekwiwikayulaksmi@gmail.com

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan pada proses hardening suhu 800 °C dengan holding time 30 menit terhadap kekerasan, dan struktur mikro baja ST 42. Baja ST 42 dipilih karena memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik, serta sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kekuatan tinggi. Pada penelitian ini, empat jenis media pendingin yang digunakan adalah air garam, air es, oli, dan minyak goreng. Proses hardening dilakukan dengan memanaskan sampel baja ST 42 hingga suhu 800 °C dengan dua kali holding di 15 menit dan 30 menit, dengan kenaikan suhu bertahap dari 600°C sehingga mencapai suhu 800 °C, kemudian sampel tersebut direndam pada masing-masing media pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi media pendingin Air garam mengalami peningkatan kekerasan 93,068 HRB dimana meningkat 10% dari baja standar. Air es dengan kecepatan pendingin paling tinggi memiliki kekerasan 111,117 HRB meningkat 12% dari baja standar, sedangkan Oli dan Minyak Goreng mengalami penurunan kekerasan yaitu 78,888 HRB dan 77,844 HRB. Dalam pendinginan ini mikrostruktur yang terbentuk adalah ferit dan perlit. Dimana kandungan struktur mikro pada air garam ( ferit : 66.823 %, perlit: 33.177 %), air es ( ferit: 60.079 %, perlit: 39.921 %), oli ( ferit: 75.237 %, perlit: 24.763 %), minyak goreng ( ferit: 74.18 %, perlit: 25.82 %).

**Kata kunci:** *Hardening*, Baja ST 42, Kekerasan, Struktur Mikro.

# ***EFFECT OF COOLING MEDIA ON HARDNESS AND MICRO STRUCTURE IN THE PROCESS ST 42 STEEL HARDENING***

Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi<sup>1</sup>, Tito Arif Sutrisno<sup>2</sup>

*Study Program S-1 Faculty of Industrial Technology*

*National Institute of Technology Malang*

Email: nikadekwiwikayulaksmi@gmail.com

## ***ABSTRACT***

*This research aims to analyze the effect of variations in cooling media on hardness in the hardening process at a temperature of 800°C with a holding time of 30 minutes on the hardness and microstructure of ST 42 steel. ST 42 steel was chosen because it has good strength and hardness, and is often used in applications. which requires high strength. In this research, four types of cooling media used were salt water, ice water, oil and cooking oil. The hardening process is carried out by heating the ST 42 steel sample to a temperature of 800°C with holding twice for 15 minutes and 30 minutes, with a gradual increase in temperature from 600°C until it reaches a temperature of 800°C, then the sample is immersed in each cooling medium. . The research results showed that variations in the salt water cooling media experienced an increase in hardness of 93,068 HRB, which was an increase of 10% compared to standard steel. Ice water with the highest cooling speed has a hardness of 111.117 HRB, an increase of 12% from standard steel, while oil and cooking oil experience a decrease in hardness, namely 78.888 HRB and 77.844 HRB. In this cooling, the microstructure formed is ferrite and pearlite. Where the microstructure content in salt water (ferrite: 66.823%, perite: 33.177%), ice water (ferrite: 60.079%, pearlite: 39.921%), oil (ferrite: 75.237%, pearlite: 24.763%), cooking oil (ferrite : 74.18 %, perit: 25.82 %).*

***Keywords:*** *Hardening, ST 42 Steel, Hardness, Microstructure.*

## DAFTAR ISI

<b>Sampul Depan</b> .....	i
<b>Lembar persetujuan</b> .....	iii
<b>Berita acara</b> .....	iv
<b>Pernyataan keaslian skripsi</b> .....	v
<b>Lembar Asistensi Laporan Skripsi</b> .....	vi
<b>Kata Pengantar</b> .....	ix
<b>Abstrak</b> .....	xi
<b>Abstract</b> .....	xii
<b>Daftar Isi</b> .....	xiii
<b>Daftar Gambar</b> .....	xvi
<b>Daftar Grafik</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.1 Tujuan umum.....	3
1.4.2 Tujuan khusus.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Manfaat bagi penulis .....	4
1.5.2 Manfaat bagi Institut Teknologi Naional Malang .....	4
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Pengertian Baja .....	9
2.3 Jenis Baja .....	10
2.4 Heat treatment (perlakuan panas).....	14
2.5 Struktur Mikro.....	17

2.6	Pendingin .....	20
2.7	Pengujian Kekerasan.....	23
2.8	Baja ST 42.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Diagram Alir .....	27
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
3.2.1	Lokasi penelitian.....	29
3.2.2	Waktu penelitian.....	30
3.3	Tahap Persiapan Alat dan Bahan .....	30
3.3.1	Bahan yang dipergunakan untuk dalam pengujian ini sebagai berikut : .....	30
3.3.2	Alat-alat yang digunakan untuk proses pembuatan dan pembentukan spesimen uji, sebagai berikut: .....	31
3.4	Variabel Penelitian .....	33
3.5	Prosedur Pengujian .....	34
3.6	Pengambilan Data .....	34
3.7	Analisa Data.....	35
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>37</b>
4.1	Data Hasil Pengujian.....	37
4.1.1.	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	39
4.1.2.	Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	41
4.2	Pengolahan Data Dan Pembahasan.....	42
4.2.1.	Pengolahan Data Dan Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro...	42
4.2.2	Pengolahan Data Dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan .....	49
4.3	Analisa Dan Pembahasan.....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>54</b>
5.1	Kesimpulan .....	54
5.2	Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Jenis baja dan waktu tahan yang dibutuhkan pada proses perlakuan panas.....	16
<b>Tabel 2. 2</b> Skala Kekerasan Rockwell.....	24
<b>Tabel 2. 2</b> Skala Kekerasan Rockwell.....	24
<b>Tabel 3. 1</b> Waktu Penelitian .....	30
<b>Tabel 3. 2</b> Pengambilan Data Uji Kekerasan .....	35
<b>Tabel 3. 3</b> Kandungan Struktur Mikro .....	48
<b>Tabel 4. 1</b> Komposisi Baja ST 42.....	39
<b>Tabel 4. 2</b> Data hasil pengujian kekerasan media pendingin Air Garam, Air Es, Oli, Minyak Goreng.....	41
<b>Tabel 4. 3</b> Pengujian Kekerasan baja ST 42 Tanpa Perlakuan.....	49
<b>Tabel 4. 4</b> Pengujian Kekerasan baja ST 42 Media Air Garam .....	49
<b>Tabel 4. 5</b> Pengujian Kekerasan baja ST 42 Media Air Es .....	49
<b>Tabel 4. 6</b> Pengujian Kekerasan baja ST 42 Media Minyak Goreng .....	49
<b>Tabel 4. 7</b> Pengujian Kekerasan baja ST 42 Media Oli .....	49

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Diagram Fe 3C.....	14
<b>Gambar 2. 2</b>	Diagram perubahan suhu .....	16
<b>Gambar 2. 3</b>	Mikroskop.....	17
<b>Gambar 2. 4</b>	Ilustrasi struktur kristal BCC .....	18
<b>Gambar 2. 5</b>	Ilustrasi struktur kristal BCC .....	18
<b>Gambar 2. 6</b>	Isothermal Tranformation Diagram .....	21
<b>Gambar 2. 7</b>	Isothermal Tranformation Diagram .....	23
<b>Gambar 2. 8</b>	Analog Rockwell hardness tester TB-R .....	25
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram Alir .....	27
<b>Gambar 3. 2</b>	Baja St 42.....	30
<b>Gambar 3. 3</b>	Furnace .....	31
<b>Gambar 3. 4</b>	Amplas.....	31
<b>Gambar 3. 5</b>	Autosol.....	32
<b>Gambar 3. 6</b>	wadah air garam, air es, oli, minyak goreng.....	32
<b>Gambar 3. 7</b>	Gerinda .....	32
<b>Gambar 3. 8</b>	Bench Hardness tester .....	33
<b>Gambar 3. 9</b>	Mikroskop.....	33
<b>Gambar 4. 1</b>	Proses temperatur Hardening .....	37
<b>Gambar 4. 2</b>	Proses Hardening .....	38
<b>Gambar 4. 3</b>	Proses Pencelupan Ke 4 Variasi Pendingin .....	38
<b>Gambar 4. 4</b>	Bahan setelah hardening .....	38
<b>Gambar 4. 5</b>	Proses Pengujian .....	39
<b>Gambar 4. 6</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Tanpa Perlakuan.....	39
<b>Gambar 4. 7</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Air Garam .....	40
<b>Gambar 4. 8</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Air Es .....	40
<b>Gambar 4. 9</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Oli.....	40
<b>Gambar 4. 10</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Minyak Goreng .....	41
<b>Gambar 4. 11</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Tanpa Perlakuan.....	43
<b>Gambar 4. 12</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Air Garam.....	44
<b>Gambar 4. 13</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Air Es .....	45
<b>Gambar 4. 14</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Oli.....	46
<b>Gambar 4. 15</b>	Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja ST 42 Minyak Goreng .....	47



## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4. 1</b> Hasil Pengujian Kekerasan Media Pendingin Air Garam, Air Es, Oli, Minyak Goreng .....	42
<b>Grafik 4. 2</b> Kandungan Struktur Mikro Ferit ( $\Delta$ ) & Perlit ( $\square$ ) Baja ST 42 .....	48
<b>Grafik 4. 3</b> Uji Kekerasan Rockwell B Baja ST 42 .....	50
<b>Grafik 4. 4</b> Perbandingan Uji Kekerasan ( $\bullet$ ) dengan Struktur Ferit ( $\Delta$ ) & Perlit ( $\square$ ) Baja ST 42 .....	52